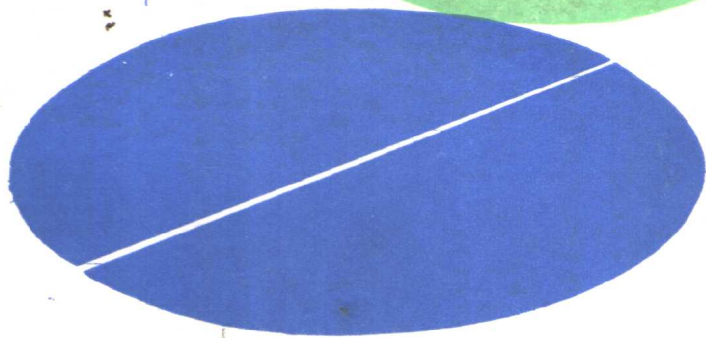
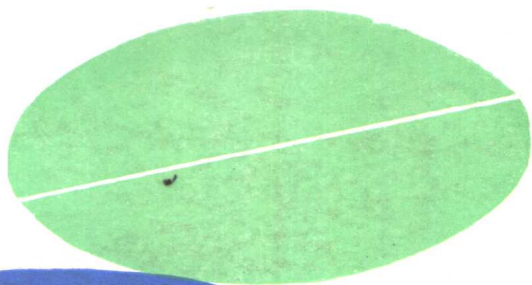


煤炭洗选环境工程

单 忠 健 编著



煤 炭 工 业 出 版 社

煤炭洗选环境工程

单忠健 编著

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书阐述了与选煤厂和煤矿环境有关的大气环境、水环境的污染与治理设备,介绍了用物理化学治理水污染的原理、方法及主要设备。本书还着重介绍了国内外选煤厂煤泥水处理的工艺流程、处理设备及新的研究方向。

本书可供选煤厂、煤矿有关工程技术人员、煤炭及其它系统从事环保科研工作的人员和设计部门有关人员以及高等院校从事环保科研工作和学习的师生阅读参考。

开本 $787 \times 1092^{1/32}$

字数283千字

1986年8月第1版

书号15035·2748

印张 $12^{3/4}$

印数1—1,650

1986年8月第1次印刷

定价2.10元

前 言

随着环境科学的深入发展，不同生产领域环境污染的严重性引起了普遍的关注。选煤厂及煤矿生产中煤泥水的大量排放造成的水污染和燃煤过程中所造成的污染应当重新予以认识和评价。本书试图从环境科学的观点出发，来阐述大气环境污染和水环境污染的污染过程、污染原理及治理污染设备，特别是对煤矿的煤泥水污染方面提出了一些新的看法并进行了论述。书中还较详细地介绍了用物理化学方法处理煤泥水方面的情况，包括絮凝剂作用机理、絮凝剂的性质，常用絮凝剂的种类及絮凝技术等问题。为了进一步说明当前国际上选煤厂环境污染与治理工程的现状及其发展方向，本书还在最后一章中着重介绍了国内外有关这方面的主要治理工艺和处理设备。

本书在编写过程中参阅了大量有关的书籍资料，并且始终受到了有关方面的支持和帮助，在此一并表示热忱的感谢。特别是中国矿业学院北京研究生部的顾德麟教授，审阅了本书有关的主要章节，张立华同志在全书的资料整理上做了不少工作，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加之作者水平所限，缺点错误之处在所难免，敬请读者提出指正。

目 录

第一章 环境科学	1
§ 1 环境	7
§ 2 环境科学的研究内容	8
§ 3 环境保护	12
第二章 大气环境污染	15
§ 1 大气结构与组成	15
§ 2 大气层的稳定性与污染物的扩散模式	20
§ 3 著名的大气污染事件	32
§ 4 能源与环境	40
§ 5 大气污染源	48
§ 6 大气的污染治理	96
第三章 水环境	131
§ 1 概述	131
§ 2 水体污染与污染物	146
§ 3 水环境污染过程	179
§ 4 水污染的控制与治理	214
第四章 控制煤泥水污染的物理化学方法	234
§ 1 胶态分散系	234
§ 2 胶团的结构	236
§ 3 胶体体系的特性	239
§ 4 凝聚与絮团	245
§ 5 絮凝工程实例分析	264
§ 6 絮团结构	273
§ 7 絮凝剂的种类与制备	280
§ 8 絮凝剂的应用	310

§ 9	国外絮凝剂·····	316
第五章	选煤厂煤泥水环境的治理工程·····	335
§ 1	煤泥水的性质·····	335
§ 2	选煤厂煤泥水处理的主要工艺流程·····	348
§ 3	选煤厂煤泥水环境污染治理的新设备·····	367

第一章 环 境 科 学

环境科学的知识虽然自古有之，但是它真正作为一门新兴的学科却是本世纪中期，在发达的资本主义国家中出现了大污染之后，才得到了迅猛的发展。它是一门具有综合性、边缘性、多科性及社会性的科学，也是由多学科向跨学科的发展中前进的科学，它标志着人类对自然环境的认识、改进及支配的时代正在到来。

环境科学的发展是一个由不认识到认识，由低级到高级逐渐深化与提高的过程；随着环境污染问题的严重激化，环境科学必然要走上飞速发展的道路。这样，我们就可以从环境污染的实际发展出发，将环境科学的发展分为两个主要阶段：

第一阶段为环境污染的初始阶段。通常认为是从英国的产业革命（十八世纪末）以后开始的。因为英国产业革命的象征是蒸汽机，它带来了烟尘与二氧化硫的污染。此后，法国、德国及美国也相应地暴发了产业革命，环境污染也伴随而来。

1873、1880及1892年在伦敦，由于燃料煤的燃烧造成了三次烟雾事件，死亡约2800人，1905年英国的格拉斯哥又发生一次烟雾事件，死亡达1063人。1952年在伦敦发生了震惊世界的“伦敦型”烟雾事件，死亡4000人。其它事件还屡见不鲜。

1920~1950年的三十年内，除了上述燃料煤造成的污染更加普遍与严重以外，石油工业与有机化学工业的发展也都带来了严重的污染，石油在当时燃料构成中占25.5%。特别是汽车工业的发达而造成的汽车废气污染——光化学烟雾更为突出。如1930年比利时马斯河谷工业区的二氧化硫事件，死亡约60人；1955年美国洛杉矶有名的光化学烟雾事件，就是由于当时市内200余万辆汽车每天向大气排放约1000吨的烃类而造成的；1948年美国多诺拉镇冶炼厂的 SO_2 和粉尘引起的烟雾事件，伤亡达4000人。以上是举世闻名的八大公害事件中的三起事件。历史上的重大公害事件很多（表1-1）而八大公害事件却又是其中的严重者。

五十年代以后，有了巨型油轮，开始出现海洋污染。随着原子能的研究和使用，出现了核污染，而航空、航天事业的发展，又带来了高空大气层的污染。于是随着工业的发展，从陆地到海洋，从地下到高空，整个宇宙美妙的环境遭到了全面的袭击与破坏，环境污染达到了高潮。严重的污染现实，引起了世界上有关国家与广大人民的重视，推动了治理工作的进展。这一阶段中，分门别类的单项治理技术方面取得了一定的成果，在环境质量的改善方面稍有进展，成效不高。

第二阶段为六十年代以后到现在的发展时期。这是防治结合，以防为主的综合防治阶段。在此阶段，除取得不少单项治理技术外，逐渐拟订并实行了环境问题综合防治对策，颁布了一系列环境政策法令，开始建立了环境影响，预测评价制度，同时还发展了环境系统工程，加强了环境科学管理，为预测、设计并制造最优化的人类——环境系统，作出了突出的成绩，取得了较大的进展。

表 1-1 历史上的重大公害事件表

时 间	国 别	地 点	简 况	损 失	备 注
1873年	英	伦敦	一月内支气管炎死亡人数剧增	较前月多死268人	烟雾
1880年	英	伦敦	一月内支气管炎死亡人数剧增	较前月多死692人	烟雾
1909年	英	格拉斯哥	五周内平均周死亡率剧增	较前3周平均每周多死118.4人	烟雾
1928年	英	曼彻斯特	年死亡率剧增	较往年多死21.2%	烟雾
1930年	比利时	马斯河谷	从12月1日起的一周内,发生气温逆转。此时13个(金属、玻璃、锌冶炼)工厂向大气排出的污染物被封闭在逆温层下,造成浓度剧增	有6千多人得病,63人死亡	烟雾
1931年	英	曼彻斯特	9天内呼吸道疾病剧增	死亡592人	烟雾
1948年12月26~31日	美	宾夕法尼亚州的多诺拉	大雾弥漫,除烟窗外,炼铁厂等工厂都看不见丁	发病者近6千人,18人死亡	主要污染物为SO ₂ 烟雾
1949年	英	伦敦	一周内支气管炎死亡人数增加	较前周多75人死亡	烟雾
1950年	墨西哥	波查·里加	11月21日凌晨,微风有雾,逆温层高度较低,一化工厂发生硫化氢泄漏	320人被送进医院,22人死亡	烟雾
1952年12月5~8日	英	伦敦	全城浓雾,并发生气温逆转,无风,SO ₂ 被逆温层封盖	死亡约4千人,2个月后,又有8千人死亡	烟雾
1953年	日	熊本县水俣市	人吃了水俣湾内含汞的毒鱼所致	558人患病,72人死亡	汞污染
1954年	美	洛杉矶	汽车废气经太阳光能的作用发生化学反应,造成光化学烟雾		烟雾
1955年8月末至9月初	美	洛杉矶	市区空气在水平方向流动缓慢,多出现气温逆转致使因汽车废气而形成的光化学烟雾更趋严重	约4千人死亡	烟雾

续表

时 间	国 别	地 点	简 况	损 失	备 注
1955年	日	富山平原的神 通川	由于吃了含镉的稻米，病人各关节疼痛，进而 全身骨痛，最后不能进食而死	到1972年，患者超过 280人，死亡34人	镉污染
1956年	英	伦敦		死亡一千人	烟雾
1961年	日	四日市	哮喘病人急剧增多，由于连续数日烟雾不散	到1970年，患者超过 500人，死亡10人	SO ₂ 、烟雾
1962年	英	伦敦		死亡750人	烟雾
1964年9月 14日	日	富山市	氯气贮罐约1英寸管子端头破裂，顷刻间氯气 猛烈喷出。加上气象条件不利。有九千多人受害	47人进医院，农作物 受害损失估计为600 多万日元	
1964~1965 年间	日	新潟县的阿贺 野川流域	由于昭和电工公司生产乙醛排放的含汞废水污 染了水体	据1973年资料，患病 者332人，死亡14人	
1965年	英	伦敦	死亡人数比往年增多	多死1千人	
1965年夏	美	加利福尼亚州 的河也市	饮用水受到污染	8千人病倒，5人死亡	
1968年3月至 6月	日	北九州的爱知 县等	九州大牟田市一家粮食加工公司食用油工厂， 在生产米糠油时，使用多氯联苯而引起，病人 一开始是眼皮发肿，手渗出汗，全身起红疙瘩， 严重的呕吐恶心、肝功酶下降，全身肌肉疼痛， 咳嗽不止而死	患病者达5千多人，其 中16人死亡	
1969年1月	美	圣巴巴拉湾	离岸10海里的油井，由于石油喷出的压力很大， 使地层断裂，大量的石油喷出，持续了12天， 油膜沿海岸伸展长达20海里。随后石油继续从 海底缓慢溢出	几千只海鸟因油污染 而死亡 为清除海岸油污所 花的费用和石油污染 造成的损失共达500	

续表

时 间	国 别	地 点	简 况	损 失	备 注
1970年7月 18日	日	东京	光化学烟雾加上SO ₂ 废气和没有风	万美元	
1971年	美	阿肯色州	化工厂的液氨管线破裂，泄出80吨液氨	受害者近万人	
1973年	美	密执安州	这年夏天的某日，密执安化学公司在路易斯街的一个工厂把10~20袋50磅重的多溴联苯放入装有饲料添加剂一氧化镁的货车上，因口袋颜色一样，加上多溴联苯与一氧化镁在外观上又很相似，所以误认为是一氧化镁，广泛出售和分配到该州各农场	造成约3万头牛、6万头猪、1千多头羊、近2百万只鸡死亡和至少有8百吨饲料、近2万磅奶酪、近3千磅奶油和3万多磅干奶制品等的报废，经济损失严重	使12公顷森林全部枯死
1976年	意大利	塞尔索市	伊克梅萨公司所属的一家生产除草剂、药品等的工厂因三氟苯酚反应应罐异常升温而破裂、喷出至少含有氯化二苯并对二氧气的毒雾	420公顷土地和10万人受到污染，有40人住进医院。消除此污染需60~80亿里拉，赔款上百亿里拉	

续表

时 间	国 别	地 点	简 况	损 失	备 注
1978年	美 国	纽约州尼亚加拉边区的腊美河	从1942年起至1953年止这11年中, 胡克尔电力化学公司向该运河中倾倒化学废物共2万多吨	1300个居民需搬迁, 要求赔偿金额达数十亿美元	
1980年	全世界	地球	由于大气中二氧化碳的增加, 使地球大气层正在变暖。从卫星照片上看, 1980年夏天, 南北地区的冰比1973年少35%。北美和西伯利亚从本世纪30年代到70年代, 地表温度几乎升高了一度。而全世界温度几乎升高了半度	随着温度上升, 使南北两极冰雪融化, 将导致海面水位上升, 有朝一日可能造成洪水泛滥	
1981年	墨西哥	墨西哥城	该市污染日益严重(如一堆垃圾冒烟燃烧了一星期多, 200多万辆汽车川流不息等)	每年有近10万人死于污染造成的疾病	
1982年	土耳其	安卡拉	由于气候反常, 寒潮袭击, 大雾弥漫加上冬季烟火的烟尘, 使该市空气污染严重, 造成“红云”笼罩, 能见度不到30米, 1月中旬安卡拉机场暂时关闭	至少有2人死亡, 16人送医院抢救	
1983年	意大利	罗马	万神庙古迹从3月24日起无限期关闭, 因大气污染该庙内部不断有大理石碎块从高处掉下		该庙是公元前27年兴建, 现存古罗马帝国古迹

* 举世闻名的八大公害事件。

至此，环境科学开始以一门新兴的边缘科学独立于世界科学之林。

§ 1 环 境

《中华人民共和国环境保护法》明确规定：“本法所称环境是指：大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和生活居住区等”。总之，环境是影响人类生存的所有外界自然力量的总和。当然，范围还不仅限于此，如太阳、其它星球等也作用于并直接影响人类的活动。显然，环境是相对于某一中心事物的。我们所研究的环境是相对于人的生存环境、亦即有人类社会活动的参与与改造下的自然环境，而不是单纯的自然界。

自然界是在人类出现很久以前就独立存在的。距今约46亿年前，地球以固态形式出现，在地球的内能及主要来自太阳辐射的外能共同作用下，通过一系列物质能量迁移转化的物理化学过程，形成了原始的地表环境，为生物的发生及发展创造了必要条件。生物的发生和发展又使地表环境的发展进入了一个质变的新阶段，从而结束了漫长的无生命阶段；又通过物质能量迁移转化的生物过程，产生了一个新的生物圈，为人类的发生和发展提供了条件。大约距今二、三百万年，地球上出现了人类。整个自然界进入了一个由低级到高级的发展阶段，形成了大气圈、水圈、岩石圈、土壤圈、生物圈及智能圈。人与环境这一对辩证统一的新生事物开始发生与发展着。

在人类社会发展的低级阶段，在自然环境中作为生活资料的自然资源，具有决定性的意义；而在高级发展阶段，作

为劳动资料的自然资源具有决定性的意义。但人类的发生发展并不完全决定于自然环境本身，因为人是高等动物，又具有社会性，他们的发生发展不仅受生物规律的支配，还要受社会规律的制约。自然环境要按照自己的规律发生和发展，为了生存除了适应环境以外，人类还必须有计划、有目的地利用与改造自然环境。于是自然环境中原有的生态平衡受到了人类各种活动冲击的干扰与破坏。当这种冲击超过自然界动态平衡的恢复能力，造成生态系统平衡的崩溃，即产生公害。这一过程可用下式表示：

$$[\text{人类各种活动的冲击}] - [\text{自然界动态平衡的恢复能力}] = [\text{公害}]$$

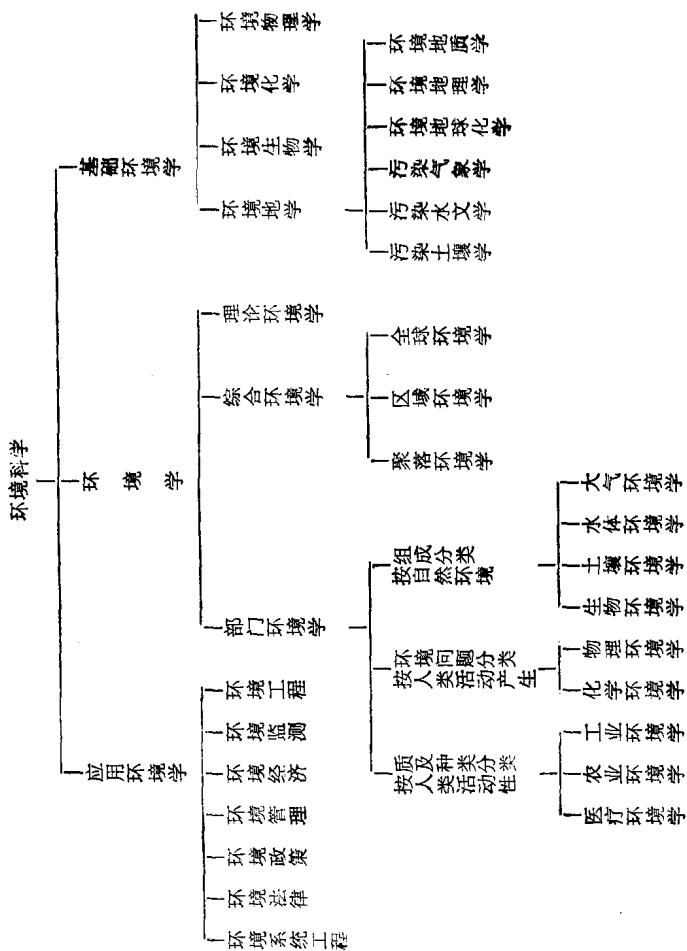
因此在自然环境客观发展与人类生存的活动之间必然存在着矛盾与斗争，正是这一对立统一的体系，即人类环境，构成了我们环境科学的主体。

§ 2 环境科学的研究内容

环境科学的研究对象就是前面所阐述的“人类-环境”系统。从本质上讲，该系统既具有生态学的特点，又具有社会性的特殊之处。因此，也可以说，环境科学是研究“人类-环境”社会生态系统。它首先必须研究人类与环境之间的辩证关系，揭示其矛盾的实质，掌握其发展规律，利用、改造与调控人类与环境之间的物质和能量的交换过程，以改善环境，造福人民。

近年来，多用系统论的观点，亦即从整体或系统的角度来研究事物的组成部分和过程之间的相互关系，阐明和分析环境现象，选择规划、设计与控制整个环境系统工程，以达到最优化的“人类-环境”社会生态系统。它是把系统看作

表 1-2



一个整体，着重分析各组成之间的相互关系，而不是各组成本身。这将会更全面、更正确、更深入地认识、掌握与改造“人类-环境”系统。

环境科学是一门新兴科学，内容非常广阔和丰富，我们可以大致地将它分为以下几个部分（表1-2）

一、基础环境学

基础环境学包括在研究环境科学时必须具备的一般知识，如环境物理学、环境化学、环境生物学、环境地学等。

二、环境学

环境学是环境科学的核心部分。它包括基本理论的研究，也包括庞大的人类系统、聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境等的研究。具体包括以下三个方面：

1. 理论环境学

它是以辩证唯物主义与历史唯物主义为指导，运用现代科学理论（如系统论、信息论、控制论、规划论等）总结国内外环境科学的经验，建立现代化的环境科学理论。以达到调控“人类-环境”系统最优化的目的。为解决环境保护提供有力的科学依据。

其主要内容包括：环境科学方法论、环境质量评价的原理和方法，合理布局的原理和方法，综合利用，联合企业及生产地域综合体组成的原理和方法，环境区划和环境规划的原理和方法及人类生态系统的结构功能等的研究。

2. 综合环境学

综合环境学实质上是对“人类-环境”这一整体，从环境的组成及环境的性质方面全面地研究其发展、预测、调控和利用的科学。这学科可以进一步划分为：

1) 全球环境学

着重研究人类活动在全球范围内对周围环境所造成的环境问题及其预测、调控及改造的科学。

2) 区域环境学

研究在某一区域内, 人类活动所引起的环境问题及其预测、调控和改造的科学。

3) 聚落环境学

聚落是人类聚集在一起的生存环境。因此它包括院落环境、村落环境及城市环境。聚落环境学就是研究人类在上述环境中所引起的环境问题及其预测、调控和改造的科学。

3. 部门环境学

根据环境的组成和性质及人类活动的种类和性质而研究“人类-环境”的发展、预测、调控及利用的科学, 可大体分为三类:

1) 根据环境的组成可分为大气环境学、水体环境学、土壤环境学和生物环境学。它们主要是研究人类活动对这几方面环境的组成、结构、性状及质量的改变, 以及这种改变反过来对人体健康和人类活动的影响的科学。

2) 根据环境问题的性质可分为物理环境学和化学环境学。

物理环境学主要研究环境的物理性状如振动、噪声、热污染、辐射污染等方面的问题; 而化学环境学是研究由于人类在生产和消费过程中出现的三废, 使环境的化学组成和质量发生变化, 及反过来又影响人类活动和健康的科学。

3) 根据人类活动的性质及种类可分为工业环境学、农业环境学和医疗环境学。

工业与农业环境学都是研究在工农业生产中所造成的污染及防治措施, 从而创造出一种有利生产, 美化环境的科